

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

***Boletim de Pesquisa* 62**  
***e Desenvolvimento***

ISSN 0103-0841  
Setembro, 2005

**Crescimento e Produtividade da Mamoneira  
Sob Fertilização Química em Região Semi-Árida**



**Embrapa**

República Federativa do Brasil

*Luiz Inácio Lula da Silva*  
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

*Roberto Rodrigues*  
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

*Luis Carlos Guedes Pinto*  
Presidente

*Silvio Crestana*  
Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Hélio Tollini*

*Ernesto Paterniani*

*Cláudia Assunção dos Santos Viegas*

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

*Silvio Crestana*  
Diretor-Presidente

*Tatiana Deane de Abreu Sá*

*José Geraldo Eugênio de França*

*Kepler Euclides Filho*

Diretores Executivos

Embrapa Algodão

*Robério Ferreira dos Santos*  
Chefe Geral

*Luiz Paulo de Carvalho*  
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Maria Auxiliadora Lemos Barros*  
Chefe Adjunto de Administração

*José Renato Cortêz Bezerra*  
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão

ISSN 0103-0841  
Setembro, 2005

## *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 62*

Crescimento e Produtividade da  
Mamoneira sob Fertilização Química  
em Região Semi-Árida

Liv Soares Severino  
Cássia Regina de Almeida Moraes  
Gilvan Barbosa Ferreira  
Gleibson Dionízio Cardoso  
Tarcisio Marcos de Souza Gondim  
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão  
Joaquim Roque Viriato

Campina Grande, PB.  
2005

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Algodão  
Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário  
Caixa Postal 174  
CEP 58107-720 - Campina Grande, PB  
Telefone: (83) 3315-4300  
Fax: (83) 3315-4367  
algodao@cnpa.embrapa.br  
<http://www.cnpa.embrapa.br>

Comitê de Publicações

Presidente: Luiz Paulo de Carvalho  
Secretária: Nívia Marta Soares Gomes  
Membros: Cristina Schetino Bastos  
Fábio Akiyoshi Suinaga  
Francisco das Chagas Vidal Neto  
Gilvan Barbosa Ferreira  
José Américo Bordini do Amaral  
José Wellington dos Santos  
Nair Helena Arriel de Castro  
Nelson Dias Suassuna

Supervisor Editorial: Nívia Marta Soares Gomes

Revisão de Texto: Liv Soares Severino

Tratamento das ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Capa: Flávio Tôrres de Moura/Maurício José Rivero Wanderley

Editoração Eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

1ª Edição

1ª impressão (2005): 500 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB).

Crescimento e Produtividade da Mamoneira sob Fertilização Química  
em Região Semi-Árida, por Liv Soares Severino e outros. Campina  
Grande, 2005.

19p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 62).

1. Mamona-Crescimento-Produtividade I. Severino L.S. II. Moraes C.R.  
de A. III. Ferreira G.B. IV. Cardoso, G.D. V. Gondim, T.M.de S. VI. Beltrão,  
N.E. de M. VII. Viriato, J.R. VIII. Título. IX. Série

---

CDD 633.85

© Embrapa 2005

# Sumário

Resumo .....	6
Abstract .....	7
Introdução .....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão .....	11
Conclusões .....	16
Referências Bibliográficas .....	17

# Crescimento e Produtividade da Mamoneira sob Fertilização Química em Região Semi-Árida

---

Liv Soares Severino<sup>1</sup>

Cássia Regina de Almeida Moraes<sup>2</sup>

Gilvan Barbosa Ferreira<sup>3</sup>

Gleibson Dionízio Cardoso<sup>1</sup>

Tarcisio Marcos de Souza Gondim<sup>1</sup>

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão<sup>3</sup>

Joaquim Roque Viriato<sup>4</sup>

## Resumo

O cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) vem despertando grande interesse para produção de óleo e biodiesel, razão por que se carece de informações agronômicas atualizadas e locais que permitam aumento da área plantada e da rentabilidade da cultura; ressalta-se que a adubação mineral é um fator de forte influência sobre a produtividade. Com o objetivo de se testar doses de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco), montou-se um ensaio no Município de Carnaubais, RN, usando-se a cultivar BRS 149 Nordestina. Toda a adubação foi realizada em fundação. O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições e os tratamentos arranjados em uma Matriz Baconiana. Variáveis relacionadas ao crescimento foram medidas aos 170 dias após a emergência e a colheita para determinação da produtividade foi realizada aos 210 dias. O teor de óleo das sementes foi medido por Ressonância Nuclear Magnética. Devido, provavelmente à baixa precipitação pluviométrica (350mm de chuvas entre o plantio e a colheita), pouco se tem em resposta ao crescimento e produtividade da mamoneira aos adubos aplicados. A produtividade aumentou de 472 para 770 kg/ha entre os tratamentos sem e com adubação; no entanto, em virtude do alto coeficiente de variação, o incremento não foi estatisticamente significativo, mas na ausência de adubação, o teor de óleo das sementes foi reduzido. Observou-se aumento no número de cachos em resposta ao incremento na dose de potássio, embora este aumento não se tenha refletido sobre a produtividade.

<sup>1</sup>Eng. Agr., M.Sc. Embrapa Algodão, CP 174, CEP 58.107-720, Campina Grande, PB, E-mail: liv@cnpa.embrapa.br; gleibson@cnpa.embrapa.br; tarcisio@cnpa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista do CNPq, e-mail: cramorae@ig.com.br

<sup>3</sup>Eng. Agr., D.Sc. Embrapa Algodão, gilvanbf@cnpa.embrapa.br, nbeltrao@cnpa.embrapa.br

<sup>4</sup>Técnico Agrícola

## Growth And Yield Of Castor Beans With Fertilization In A Semi-Arid Region

---

### Abstract

Astorian beans crop (*Ricinus communis* L.) is raising attention as an alternative crop for oil and biodiesel production. Local Agronomical data need be generated for allowing increase in planted area and rentability. Mineral fertilization is an important factor influencing yield. In order to evaluate doses of nitrogen, phosphorus, potash and micronutrients (boron, copper, manganese, iron and zinc), a trial was at Carnaubais, RN, Brazil, without irrigation, conducted with the cultivar BRS 149 Nordestina. Randomized block design with three replications and baconian matrix distribution of treatments were adopted. All fertilizer were applied at planting. At 170 days after emergence, growth related variables were measured. Yield was taken at 210 after emergence when the unique harvest was performed. Seed oil content was measured by Magnetic Nuclear Resonance. Due to low water availability (rains between planting and harvesting accounted only 350mm), effect of fertilizer on growth and yield was barely detected. Yield raised from 472 to 770 kg/ha between treatments without and with fertilizers, but as Coefficient of Variation was very high, such a increase was not statistically significant. Seed oil content was depressed in the absence of fertilization. Number of bunches per plant was increased by potash fertilization, although this increase have not been reflected on higher yield.

Index terms: *Ricinus communis*, mineral nutrition, yield, oil content

## Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, cujo óleo possui inúmeras aplicações na área industrial e perspectiva de utilização como fonte energética na produção de biocombustível.

A nutrição e adubação mineral possuem grande influência no processo produtivo mas, se por um lado possibilita aumento de produtividade, por outro os custos financeiros com esta prática são elevados, fazendo-se necessário otimizar seu uso com a finalidade de se obter o maior rendimento com o menor custo possível (CARVALHO, 1998).

A mamoneira é exigente em fertilidade do solo para que atinja boa produtividade, mas o conhecimento científico sobre o uso de fertilizantes nesta cultura ainda é muito incipiente e carece de aperfeiçoamento e adaptação para as diferentes regiões onde a cultura é plantada. Santos et al. (2004) e Ferreira et al. (2004a, b) descreveram os sintomas de deficiência de N, P, K e micronutrientes na mamoneira da cultivar BRS 149 Nordestina e demonstraram que os macronutrientes afetam não só o crescimento vegetativo mas, também, o reprodutivo, enquanto os micronutrientes se expressam principalmente sobre o crescimento reprodutivo. Redução na produção por planta de 60-95% para N, 37-53% para P, 61-63% para K, 13% para S, 27% para B e 16% para Cu, foi observada em condições controladas. Essas deficiências foram notadas recentemente também por Lange et al. (2005), trabalhando com mamoneira anã, híbrido Íris. Os autores observaram rápido aparecimento de deficiência de Fe, Mn e B, com restrição na produção de matéria seca na sequência Fe > Mn > B.

Souza e Neptune (1976a, b) afirmam que, geralmente, o nitrogênio, quando aplicado em doses entre 40 e 100 kg/ha, tem propiciado aumento significativo na produtividade e encontraram respostas às doses de fósforo, sendo que a dose de 47 kg/ha de  $P_2O_5$  possibilitou a produtividade máxima. Souza et al. (1974) estudando os efeitos da adubação nitrogenada (0, 60 e 120 kg/ha de N), fosfatada (0, 60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ ) e potássica (0, 50 e 100 kg/ha de  $K_2O$ ) na produção da mamoneira, constataram que o fósforo foi o nutriente que proporcionou as maiores produções, que houve efeito depressivo na produção devido à adição de potássio, com exceção da dose de 50 kg/ha, na presença de



60 kg/ha de  $P_2O_5$ . Os autores atribuíram a falta de resposta à adubação nitrogenada ao alto teor de matéria orgânica existente no solo.

Estudando os efeitos da combinação de duas doses de fósforo (80 e 160 kg/ha de  $P_2O_5$ ) e duas fontes de fósforo (superfosfato simples e superfosfato triplo) na mamona, Souza et al. (1985) observaram que a adubação fosfatada propiciou aumento na produção de sementes e que, com a aplicação das duas fontes combinadas, foi maior a produtividade tendo-se observado maior produção na dose de 80 kg/ha de  $P_2O_5$ , sendo 60 kg/ha via superfosfato simples e 20 kg/ha via superfosfato triplo. Esse efeito ocorreu devido, devido, sem dúvida ao fornecimento concomitante de enxofre contido no superfosfato simples. Em outro estudo com doses crescentes de fósforo (termofosfato) na presença e ausência de micronutrientes em duas cultivares de mamoneira, observou-se que micronutrientes possibilitaram aumento na produção dos frutos, embora tenham diminuído o peso da semente; a produção total foi incrementada por efeito do fósforo, que aumentou o peso dos frutos, o número de frutos e o peso da semente e, também pelo efeito dos micronutrientes, principalmente sobre o número de frutos (NAKAGAWA et al., 1986).

A mamoneira é considerada uma planta esgotante do solo e a exportação de nutrientes minerais pelos frutos, segundo Canecchio Filho e Freire (1958), é de aproximadamente 80 kg de N, 18 kg de  $P_2O_5$  e 13 kg de  $K_2O$  para uma produção de 2.000 kg/ha de sementes. Nakagawa e Neptune (1971) encontraram, para a mesma produção, a retirada de 73,84 kg de N, 15,42 kg de  $P_2O_5$  e 24,32 kg de  $K_2O$ .

Objetivou-se com o presente estudo, avaliar os efeitos da adubação mineral com nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes (boro, cobre, zinco, manganês e ferro) sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira (cultivar BRS 149 Nordestina) e o teor de óleo nas suas sementes cultivadas em condição de sequeiro, na região semi-árida no Município de Carnaubais, no Estado do Rio Grande do Norte.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condição de sequeiro em região semi-árida no Município de Carnaubais, RN. Utilizaram-se sementes da cultivar BRS 149

Nordestina, no início do mês de março de 2004. O delineamento empregado foi em blocos casualizados, com três repetições e 9 tratamentos distribuídos em uma Matriz Baconiana (Tabela 1). O esquema de Matriz Baconiana é uma simplificação do esquema fatorial, no qual todos os nutrientes são fornecidos numa dose de referência que neste trabalho foi de 25-60-40 kg/ha de NPK + micronutrientes, variando-se apenas a dose do nutriente a ser estudado. Para cada nutriente se incluiu um tratamento com metade da dose de referência e outro com o seu dobro, incluindo-se, ainda, um tratamento testemunha sem adição de fertilizantes.

Tabela 1. Distribuição das doses de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes em Matriz Baconiana

Tratamento	N	P	K	Micronutrientes*
	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	
1	0	0	0	0
2	25	60	40	1
3	50	60	40	1
4	25	30	40	1
5	25	120	40	1
6	25	60	20	1
7	25	60	80	1
8	25	60	40	0
9	25	60	40	2x

\* A adubação com micronutrientes correspondeu a uma mistura equivalente a 1 kg/ha de boro, 0,5 kg/ha de cobre, 1 kg/ha de ferro, 1 kg/ha de manganês e 1 kg/ha de zinco.

Como fonte dos macronutrientes utilizou-se sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Os micronutrientes foram fornecidos em uma mistura com o equivalente a 1 kg/ha de boro, 0,5 kg/ha de cobre, 1 kg/ha de ferro, 1 kg/ha de manganês e 1 kg/ha de zinco, todos na forma de sulfato, exceto o boro, para o qual se utilizou ácido bórico.

A parcela experimental foi formada por sete linhas de 6m de comprimento, com espaçamento de 3m e densidade de 1 pl/m, considerando-se área útil apenas as 5 linhas centrais, totalizando 126m<sup>2</sup> de área total e 90m<sup>2</sup> de área útil.

Todos os adubos foram colocados na cova de plantio e imediatamente realizado

o semeio, com três sementes por cova. Aos 15 dias após a emergência (DAE), realizou-se o desbaste deixando-se uma planta por cova.

Foi realizada análise de solo da área onde o experimento foi implantado e os dados pluviométricos entre o plantio e a colheita foram mensurados (Tabelas 2 e 3).

Os dados de altura da planta, altura de inserção do primeiro cacho, diâmetro do caule (medido a 5cm do solo), número de nós até a inserção do 1º cacho e número total de cachos/planta foram coletados aos 170 dias após a emergência (DAE) em cinco plantas dentro da área útil da parcela. Aos 210 DAE, realizou-se a colheita para avaliação da produtividade. Os frutos foram colhidos, separados do talo e pesados, convertendo-se o peso de frutos para peso de sementes, pelo fator 0,614 (SEVERINO et al., 2005). Para medição do teor de óleo as sementes foram mantidas 24 horas em estufa a 40 °C, para redução da umidade e submetidas a leitura em aparelho de Ressonância Nuclear Magnética.

Os dados obtidos foram submetidos às análise de variância e de regressão, por polinômios ortogonais (FERREIRA, 1996). Para as características em que se encontrou significância, calcularam-se os coeficientes de regressão.

## Resultado e Discussão

O solo da área onde foi implantado o experimento era levemente ácido (pH 6,1) e com teores baixos de alumínio (0,5 mmol<sub>e</sub>/dm<sup>3</sup>), de potássio (1,2 mmol<sub>e</sub>/dm<sup>3</sup>), de fósforo (1,9 mg/dm<sup>3</sup>) e de matéria orgânica (5,4g/kg) (Tabela 2), sendo considerado de fertilidade muito baixa, o que justificou a necessidade de adubação. Pretendia-se utilizar dose de 50 kg/ha de N como referência, sendo

Tabela 2. Composição química do solo da área do experimento. Carnaubais, RN, 2004

pH	Complexo Sortivo (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )							mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/kg	
01:02,5	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H + Al	T	V (%)	Al <sup>+3</sup>	P	M.O.
6,1	16,8	6	0,5	1,2	24,5	10,1	34,6	71	0,5	1,9	5,4

\* Análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Algodão. Média de quatro pontos de amostragem

Tabela 3. Pluviometria durante o período de realização do experimento. Carnaubais, RN, 2004

Março*	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Total
74	56	94	97	26	3	350mm

\* Chuvas ocorridas após o plantio

metade em fundação e metade em cobertura, porém não foi possível realizar a adubação de cobertura porque o solo esteve a maior parte do tempo seco e com alta temperatura, condições nas quais o fornecimento de fertilizantes nitrogenados é desaconselhado (MALAVOLTA et al., 1989).

O ano de 2004 foi atípico quanto à pluviosidade. Antes do semeio, houve precipitações acima da média histórica local; entretanto, entre os meses de março a agosto, período em que a cultura se manteve no campo, registraram-se apenas 350mm (Tabela 3). As chuvas não foram suficientes para que as plantas manifestassem todo o seu potencial produtivo mas, embora escassas, foram bem distribuídas durante o ciclo da cultura, pois ocorreram na fase de crescimento e enchimento dos frutos, cessando no período de colheita (setembro).

De forma geral, o coeficiente de variação das características estudadas foi muito alto: 33,5% para a produtividade, 31,4% para o número de cachos e 24,5% para altura (Tabela 4) o que contribuiu para que poucos efeitos estatisticamente significativos fossem detectados. A produtividade, a altura das plantas, o diâmetro caulinar e o número de nós até a inserção do 1º cacho, não foram influenciados pelas doses de adubação. As doses de potássio influenciaram, de forma linear, apenas o número de cachos; entre os tratamentos com e sem adubação só se detectou influência sobre a altura de inserção do primeiro cacho e do teor de óleo. Em geral, os nutrientes presentes nos solos, suportam pequeno crescimento e produção das culturas e só se tornam limitantes quando os demais recursos biológicos disponíveis, especialmente a água, são suficientes ou abundantes para maior crescimento e produtividade. A falta de resposta consistente, foi provavelmente devido a insuficiente umidade disponível para a realização do potencial produtivo da cultura que, em condições normais, ou seja, pluviosidades entre 600 e 700 mm proporcionam rendimentos superiores a

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis altura da planta, altura até o primeiro cacho, diâmetro caulinar, número de nós até 1º cacho, número de cachos, teor de óleo e produtividade da mamoneira submetida a diferentes doses de macro e micronutrientes. Carnaubais, RN, 2004

F.V.	G.L.	Quadrado Médio						
		Altura da planta	Altura até o 1º cacho	Diâmetro caulinar	Nº nós até 1º cacho	Nº de cachos	Teor de óleo	Produtiv.
Tratamentos	8	2909,8 <sup>ns</sup>	940,92 <sup>ns</sup>	83,6 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	<b>3,34*</b>	<b>5,77*</b>	157653,5 <sup>ns</sup>
<b>Nitrogênio</b>	1	1386,24 <sup>ns</sup>	665,71 <sup>ns</sup>	86,64 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	2832,43 <sup>ns</sup>
<b>Fósforo</b>	2	2039,11 <sup>ns</sup>	364,33 <sup>ns</sup>	34,81 <sup>ns</sup>	4,2 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	81463,69 <sup>ns</sup>
Linear	1	4056 <sup>ns</sup>	704,17 <sup>ns</sup>	68,01 <sup>ns</sup>	6,41 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	160490,5 <sup>ns</sup>
Falta de ajuste	1	22,22 <sup>ns</sup>	24,5 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	2 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	2436,83 <sup>ns</sup>
<b>Potássio</b>	2	1368,11 <sup>ns</sup>	32,33 <sup>ns</sup>	20,76 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	<b>6,55*</b>	3,67 <sup>ns</sup>	140280,1 <sup>ns</sup>
Linear	1	580,2 <sup>ns</sup>	32,67 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	<b>9,02*</b>	2,61 <sup>ns</sup>	143409,1 <sup>ns</sup>
Falta de ajuste	1	2156,1 <sup>ns</sup>	32 <sup>ns</sup>	41,1 <sup>ns</sup>	3,38 <sup>ns</sup>	<b>4,08*</b>	4,72 <sup>ns</sup>	137151,2 <sup>ns</sup>
<b>Micronutrientes</b>	2	1146,78 <sup>ns</sup>	792,44 <sup>ns</sup>	41,16 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	56262,35 <sup>ns</sup>
Linear	1	1633,5 <sup>ns</sup>	912,67 <sup>ns</sup>	24 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	77134,87 <sup>ns</sup>
Falta de ajuste	1	660,06 <sup>ns</sup>	672,22 <sup>ns</sup>	58,32 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	35389,83 <sup>ns</sup>
<b>Testemunha</b>	1	3128,17 <sup>ns</sup>	<b>2860,17*</b>	116,16 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	<b>24,0*</b>	175355,7 <sup>ns</sup>
Blocos	2	372,66 <sup>ns</sup>	75,48 <sup>ns</sup>	10,7 <sup>ns</sup>	11,68 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	43014,84 <sup>ns</sup>
Erro	18	1719,07	408,45	35,23	3,77	0,69	1,33	73166,39
CV (%)		<b>24,5</b>	<b>19,2</b>	<b>17,9</b>	<b>8,4</b>	<b>31,4</b>	<b>2,5</b>	<b>33,5</b>

\* e ns correspondem, respectivamente, a significativo a 5% e não-significativo a 5%, pelo teste F.

1.500 kg/ha de semente (BELTRÃO e SILVA, 1999). Todavia, só produziu 472 e 770 kg/ha sem e com adubação, respectivamente. É possível q esta umidade insuficiente no solo tenha contribuído para os CVs elevados.

Segundo Santos et al. (2004) e Ferreira (2004 a, b), a mamoneira sofre sérias restrições de crescimento quando cultivada em solo com baixos teores de nutrientes e essa planta demanda grande quantidade de nitrogênio para obter crescimento e produção compatível com o esperado, pelo cultivo racional. A ausência do nitrogênio impede o crescimento inicial da planta, pois compõe aminoácidos e proteínas e sua falta retarda o crescimento inicial da planta por impossibilitar a incorporação de carbono e, desta forma, à medida que a planta cresce, haverá deficiência na quantidade de clorofila e da enzima Rubisco (MARSCHNER, 1995) .

O fósforo é componente de importantes estruturas da planta, como a membrana celular, e de moléculas-chave no metabolismo, como RNA, DNA e ATP; sua deficiência também reduz o crescimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1989; MARSCHNER, 1995). Na mamoneira, a falta de fósforo causa crescimento inicial lento, devido, provavelmente à redução na absorção de nutrientes, da taxa fotossintética e da translocação interna de carboidratos (FERREIRA et al., 2004a).

Também há redução no crescimento na falta de potássio, visto que sua ausência causa redução da atividade fotossintética, aumento da relação raiz-parte aérea, devido ao direcionamento de carbono para as raízes com redução no crescimento dos brotos, e aumento no crescimento radicular (PEUKE et al., 2002).

A cultivar usada neste estudo é classificada como de porte médio (AZEVEDO et al., 2001). As variáveis biométricas mensuradas não diferiram mesmo em tratamentos que receberam a dose mais elevada de adubação. O crescimento foi limitado pela baixa disponibilidade de água, o que comprometeu a resposta à adubação fornecida. A produtividade aumentou 63% entre os tratamentos sem e com adubação, o que equivale a 298 kg/ha (Tabela 5), o que não foi significativo devido ao coeficiente de variação elevado.

O número de cachos aumentou linearmente de 2,7 para 5,2 cachos/pl entre as doses de 20 e 80 kg/ha de potássio (Tabela 5 e Figura 1), mas este aumento não se refletiu sobre a produtividade, a qual não foi influenciada pelo nutriente. O teor de óleo nas sementes só apresentou diferença significativa entre os tratamentos com e sem adubação (Tabela 5), aumentando de 43,46% para 47,4 com o fornecimento de fertilizante. A produtividade de óleo (produção x teor de óleo/100) passou de 205,1 kg/ha na ausência da adubação, para 365,2 kg/ha na sua presença, correspondendo a um aumento de 78%. Os fortes aumentos de produtividade de semente, teor e rendimento de óleo, demonstram que o solo utilizado necessita, provavelmente, de adubação, quando cultivado sob condições normais de chuva e que a mamoneira é responsiva à adubação mineral, como estabelecido anteriormente por diversos autores (CANECHIO FILHO e FREIRE, 1958; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971; FERREIRA et al., 2004a, b).

## Conclusões

- a) Sob baixa disponibilidade de água não foi significativo o aumento de produtividade. Entretanto, não deve ser considerado desprezível, pois representa 63% de aumento e de crescimento de mamoneira de porte médio, cultivada em Carnaubais, RN, em solo de baixa fertilidade natural.

Tabela 5. Médias da altura da planta, altura até o primeiro cacho, diâmetro caulinar, número de nós, número de cachos, teor de óleo e produtividade da mamoneira submetida a diferentes doses de macro e micronutrientes. Carnaubais, RN, 2004.

Tratamento	Altura da planta (cm)	Altura até 1º cacho (cm)	Diâmetro caulinar (cm)	Nº de nós	Nº de cachos	Teor de óleo (%)	Produtiv. (kg/ha)
<b>Adubação</b>							
Sem adubação	128,00	<b>72,70*</b>	26,50	23,70	1,40	<b>43,46*</b>	472,00
Com adubação	143,30	<b>95,30*</b>	27,70	23,20	2,90	<b>47,40*</b>	770,40
<b>Nitrogênio</b>							
25kg/ha	173,70	116,30	35,30	22,60	2,50	46,88	813,90
50kg/ha	143,30	95,30	27,70	23,20	2,90	47,40	770,40
<b>Fósforo</b>							
30kg/ha	146,60	98,20	29,20	22,90	2,00	47,23	733,90
60kg/ha	143,30	95,30	27,70	23,20	2,90	47,40	770,40
120kg/ha	162,00	105,10	31,50	23,40	2,30	47,78	809,90
<b>Potássio</b>							
20kg/ha	169,00	108,60	33,10	23,10	<b>2,7<sup>L</sup></b>	46,58	832,10
40kg/ha	143,30	95,30	27,70	23,20	<b>2,9<sup>L</sup></b>	47,40	770,40
80kg/ha	176,40	110,10	34,20	23,50	<b>5,2<sup>L</sup></b>	45,26	895,02
<b>Micronutrientes</b>							
Sem micronutriente	175,8	110,10	33,90	23,30	2,80	47,16	881,90
Com micronutriente	143,3	95,30	27,70	23,20	2,90	47,40	770,40
2x micronutriente	171,70	107,40	33,30	23,30	2,10	47,06	846,95

- Valores em negrito e seguidos de \* diferem entre si pelo Teste F e seguidos de "L" apresentaram efeito linear

- A dose de cada nutriente especificada no tratamento foi complementada, excluindo-se o nutriente em teste, com 25 kg/ha de N, 60 kg/ha de P, 40 kg/ha de K e mistura de micronutrientes contendo 1kg/ha de boro, 0,5kg/ha de cobre, 1kg/ha de ferro, 1kg/ha de manganês e 1kg/ha de zinco.

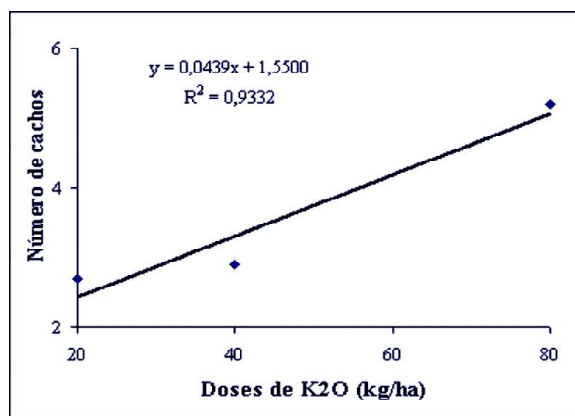


Fig. 1. Equação de regressão do número de cachos em função de doses de  $K_2O$  na mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina. Carnaubais, RN, 2004.

- b) A adubação aumentou o teor de óleo nas sementes, de 43,5% para 47,4%, mas variações isoladas das doses de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, não influenciaram esta característica.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da Petrobras para a realização deste estudo.

## Referências Bibliográficas

- AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds.) O Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.
- BELTRÃO, N.E.de M; SILVA, L.C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. Revista de Óleos e Fibras, Campina Grande, n.31, p.7, 1999.
- CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. Bragantia, v. 17, p.243-259, 1958.
- CARVALHO, A.J.C. de Composição mineral e produtividade do maracujazeiro amarelo em resposta à adubação nitrogenada e potássica sob lâminas de irrigação. 1998. 109p. Tese Doutorado (Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.
- FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CDROM.
- FERREIRA, P.V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2. ed. Maceió: Edufal, 1996. 606p.
- FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A.



Deficiência de enxofre e micronutrientes na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CDROM.

LANGE, A.; MARTINES, A.M.; SILVA, M.A.C. da; SORREANO, M.C.M.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E.M. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40., n.1, p. 61-67, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

NAKAGAWA, J.; LEVORATO, E.; BOARETTO, A.E. Efeitos de doses crescentes de termofosfato na presença e na ausência de micronutrientes em dois cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) Científica, São Paulo, v.14, n.1/2, p.39-54, 1986.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar "Campinas". Anais da ESALQ, v. 28, p.323-337, 1971.

PEUKE, A.D.; JESCHKE, W.D.; HARTUNG, W. Flows of elements, ions and abscisic acid in *Ricinus communis* and site of nitrate reduction under potassium limitation. Journal of Experimental Botany, v. 53, n. 367, p.241-250, 2002.

SANTOS, A.C.M.; FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.

SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R.de A.; GONDIM, T.M.S.; CARDOSO, G.D.; SANTOS, J.W. dos. Estimativa do peso de sementes de mamona a partir do peso de cachos e frutos. Revista de Óleos e Fibras, Campina Grande, 2005.

SOUZA, E.A.; FERREIRA, M.E.; BONO, G.M.; BANZATTO, D.A. Efeitos da fertilização nitrogenada, fosfatada e potássica na produção da mamoneira (*Ricinus communis* L.) Científica, São Paulo, v.2, n.2. p. 162-168, 1974.

SOUZA, E.A.; NEPTUNE, A.M.L. Efeito de níveis de fósforo na produção da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivada em Latossolo Roxo. Científica, v.4, n.3, p.282-288, 1976a.

SOUZA, E.A.; NEPTUNE, A.M.L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* à adubação e calagem. Científica, v.4, n.3, p.274-281, 1976b.

SOUZA, E.A.; BURATTO, N.R.; COUTINHO, E.L.M.; LIMA, L.A. de. Adubação fosfatada na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cv. Guarani. Científica, São Paulo, v.13, n.1//2 p.19-28, 1985.

